



PRAKTISCHE HANDLEIDING VOOR HET ONTWERPEN VAN DE OPENBARE RUIMTEN
VAN DUURZAME WIJKEN

AANBEVELING WAT02 - 29/06/11

HET GEBRUIK VAN ALTERNATIEVE INRICHTINGEN VOOR HET BEHEER VAN REGENWATER BEVORDEREN

*Een openbare ruimte uitdenken, die nauwer aansluit bij de natuurlijke
watercyclus, voorafgaand aan de inrichting ervan*



Bron: V. MAHAUT, *Aperçu des techniques et procédés de gestion du cycle de l'eau*, Presentatie
Seminarie facilitator duurzame wijken, BIM, 8 december 2008.

PRINCIPES:

Het saneren van de steden op basis van de principes van de “alles in de riolering”-gedachte heeft zijn grenzen bereikt. Er bestaan andere oplossingen. Deze berusten allemaal op dezelfde strategie: proberen de natuurlijke watercyclus zo dicht mogelijk te benaderen, d.w.z. de trajecten die het water vóór de verstedelijking volgde, zo goed mogelijk blijven gebruiken.

Met compensatietechnieken wordt in deze context bedoeld op alle technieken waarmee de gevolgen van de afvloeiing van het water voor de bestaande omgeving gecompenseerd kunnen worden. Deze oplossingen, die soms ook “alternatieve oplossingen” worden genoemd, hebben drie essentiële hydraulische functies met elkaar gemeen:

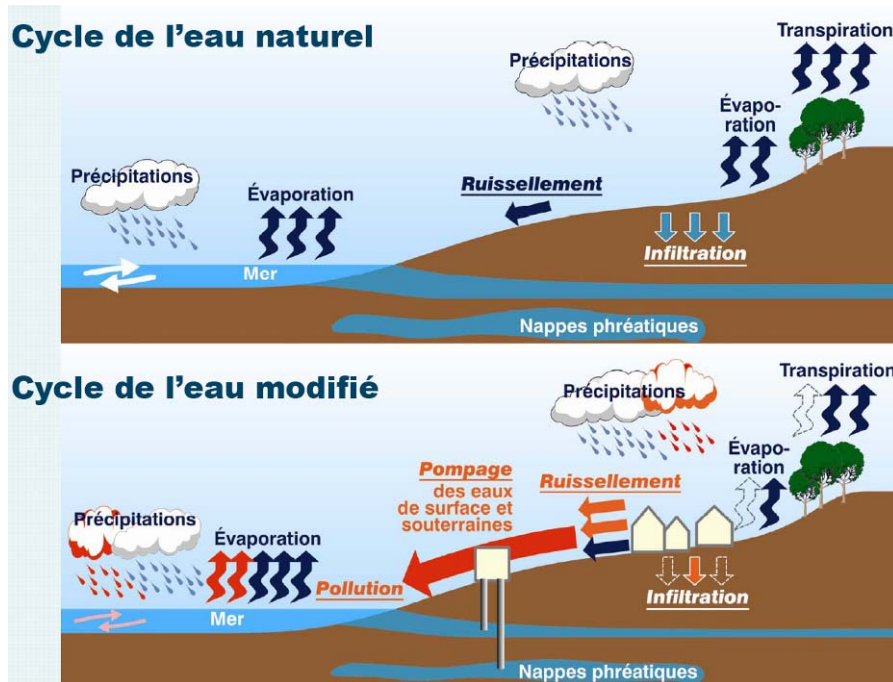
- een verzameling en introductie van het water in de inrichting,
- een tijdelijke opslag *in situ*,
- een stroomafwaartse afvoer via infiltratie of tegen een gereguleerd debiet.

Met deze oplossingen kan het traditionele saneringssysteem aangevuld of zelfs vervangen worden. Er bestaat echter geen catalogo van kant-en-klare oplossingen, omdat de meest



geschikte compensatieoplossing het voorwerp zal uitmaken van een ontwerp “op maat” van elk project.

Met deze systemen (rijwegen met een reservoirstructuur, spaarbekkens, infiltratieputten, afvoergeulen, afwateringsgreppels, enz.) kunnen ook de debietpieken en de geloosde pollutiehoeveelheden sterk verminderd worden. Bovendien dragen deze technieken, die een alternatief vormen voor de traditionele netwerken, bij tot een vermindering van de kosten voor structurerende saneringsuitrustingen en vormen ze een gelegenheid om nieuwe “groene” ruimten in de stad te creëren.



Bron: V. MAHAUT, *Aperçu des techniques et procédés de gestion du cycle de l'eau*, presentatie seminarie facilitator duurzame wijken, BIM, 8 december 2008.

Legende Illustratie: Natuurlijke watercyclus Regenbuien Transpiratie Verdamping Afvloeiing Infiltratie Zee Grondwaterlaag

Gewijzigde natuurcyclus Vervuiling Oppompen van het oppervlakte- en het grondwater

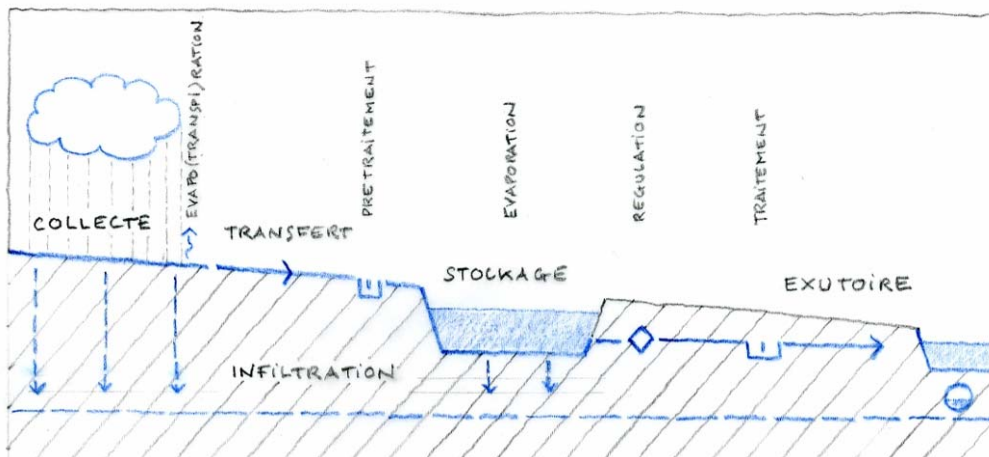
AANPAK:

Het beperken van de impact van de menselijke activiteiten op de natuurlijke watercyclus verloopt idealiter via drie opeenvolgende en complementaire stappen:

- **Minimaliseren van het afvloeiingsvolume:** dat kan op verschillende manieren gebeuren, al naargelang de context en de behoeften die maken dat er bepaalde prioriteiten worden bepaald:
 - beperking van het aandeel, voor een welbepaalde ruimte, van de bebouwde ruimten ten opzichte van de onbebouwde ruimten;
 - inrichting van de openbare ruimten als groene ruimten op volle grond of voorzien van bovenlagen met erg geringe tot onbestaande afvloeiingscoëfficiënten;
 - aanbrenging van permeabele bedekkingen met geringe afvloeiingscoëfficiënten, zoals grind, gestabiliseerde dolomiet, drainerende straatstenen, enz.;
 - vermindering van de afvloeiingssnelheid van het sijpelende water, bv. door het bevorderen van trajecten die parallel lopen met de hoogtelijnen.
- **Onttrekken van het regenwater aan het afvloeiingswater door middel van infiltratie en verdamping:** wanneer het water afvloeit over impermeabele oppervlakken, moet er op verschillende manieren naar gestreefd worden om het volume ervan te verminderen door de mechanismen van de natuurlijke watercyclus te bevorderen en het water te laten infiltreren in de bodem, door de verdamping aan het oppervlak van een watervlak in de hand te werken of door de werking van planten te gebruiken om de evapotranspiratie te vergemakkelijken:
 - aanplanting van bomen, opdat de regen door hun bladeren en wortels tegengehouden zou kunnen worden;



- uitvoering van voorzieningen die het niet-verontreinigde afvloeiingswater de kans geven om in de grond te infiltreren, voor zover de grond zelf voldoende permeabel en niet verontreinigd is. We denken daarbij dan aan afvoergeulen, afwateringsgreppels, droge bekkens, infiltratiebedden, ... Door de infiltratie kunnen de grondwaterlagen bovendien aangevuld worden;
- realisatie van voorzieningen die het water de kans geven om te verdampen, bv. aan het oppervlak van waterbekkens. Aangezien de verdampingsdebieten in ons klimaat echter vrij gering zijn, zullen vaak ook aanvullende inrichtingen voor de afvoer van het water tegen een gereguleerd debiet voorzien moeten worden.
- **Tegenhouden van het regenwater en het langzaam afvoeren:** als het water niet weg kan via bodem of lucht, kan de afvloeiing ervan ook vertraagd en zodanig gedifferentieerd worden dat het stroomafwaarts gelegen netwerk wordt ontlast bij hevige regenval en eventuele overstromingen op die manier worden voorkomen. We hebben het dan concreet over het afremmen en/of tijdelijk opslaan van het respectieve water. Dat kan op de volgende manieren gebeuren:
 - realisatie van inrichtingen ter kanalisering en afremming van het water, waarvan het traject voor een verlenging van de afvoer zorgt, zoals ontwateringsloten, watergreppels, buizen, ...
 - voorzien van inrichtingen om het water tegen te houden en naar een afvoer met een beperkt debiet te leiden, zoals afvoergeulen, droge bekkens, drainagebedden, ... Dergelijke inrichtingen moeten altijd op vrij korte termijn volledig geleegd kunnen worden om het hoofd te kunnen bieden aan een nieuwe regenepisode en het ontstaan van geurtjes en het verschijnen van muggen te voorkomen.



De belangrijkste functies van regenwaterbeheer op het perceel - B. Thielemans - CERAA

LEGENDE ILLUSTRATIE: OPVANG (EVAPO)TRANSPIRATIE TRANSFERT
 VOORBEHANDELING OPSLAG EVAPORATIE REGULERING BEHANDELING
 AFVOER INFILTRATIE

INDICATOREN:

- De permeabiliteitscoëfficiënt (PC): drukt de verhouding van de permeabele oppervlakte (PO) ten opzichte van de totale oppervlakte van de bestudeerde openbare ruimte (OOR) uit.
- Het te absorberen watervolume: drukt de opgevangen hoeveelheid water over de hele bestudeerde ruimte voor een welbepaalde regenepisode uit (die wordt gekenmerkt door een welbepaalde hoeveelheid en een welbepaalde duur).
- De infiltratiecoëfficiënt van de bodem: drukt – in mm/u of m/s – de infiltratiecapaciteit van een bepaalde bodem en bijgevolg van zijn permeabiliteit uit. Het is erg belangrijk om deze coëfficiënt te kennen om alternatieve infiltratieoplossingen te kunnen overwegen.

DOELSTELLINGEN:



Minimaal:

- Verkrijgen van een permeabiliteitscoëfficiënt (PC) van:
 - 15 %(*) voor de "straat"-ruimte,



- 30 %(*) voor de "plein"-ruimte.

- In de ruimten waar de bodem dit toelaat, moeten er inrichtingen worden voorzien voor het beheer van het regenwater, die al het regenwater dat in de bestudeerde zone terechtkomt, bij gewone regenval (terugkeerperiode van minder dan 2 jaar) kunnen absorberen en dit water definitief aan het afvloeiingswater kunnen onttrekken. Wanneer dit niet mogelijk blijkt, moeten er inrichtingen worden voorzien, die het regenwater tegenhouden en langzaam afvoeren.

**

Aangeraden:

- Verkrijgen van een permeabiliteitscoëfficiënt (PC) van:
 - 16 % à 18 % voor de "straat"-ruimte,
 - 31 % à 36 % voor de "plein"-ruimte.
- In de ruimten waar de bodem dit toelaat, moeten er inrichtingen worden voorzien voor het beheer van het regenwater, die een deel van het regenwater dat in de bestudeerde zone terechtkomt, bij uitzonderlijke regenval (terugkeerperiode van 2 à 5 jaar) kunnen absorberen en dit water definitief aan het afvloeiingswater kunnen onttrekken. Wanneer dit niet mogelijk blijkt, moeten er inrichtingen worden voorzien, die het regenwater tegenhouden en langzaam afvoeren.

Optimaal:

- Verkrijgen van een permeabiliteitscoëfficiënt (PC) van:
 - meer dan 18 % voor de "straat"-ruimte,
 - meer dan 36 % voor de "plein"-ruimte.
- In de ruimten waar de bodem dit toelaat, moeten er inrichtingen worden voorzien voor het beheer van het regenwater, die al het regenwater dat in de bestudeerde zone terechtkomt, zelfs bij buitengewone regenval (terugkeerperiode van meer dan 10 jaar) kunnen absorberen en dit water definitief aan het afvloeiingswater kunnen onttrekken. Wanneer dit niet mogelijk blijkt, moeten er inrichtingen worden voorzien, die het regenwater tegenhouden en langzaam afvoeren.

(*) van de DRUPSSuC-studie overgenomen waarden (voor de exacte referentie verwijzen we u graag naar het einde van deze fiche).

INRICHTINGEN VOOR HET BEHEER VAN HET REGENWATER:

- **Aanplantingen in volle grond en natuurlijke bodems:** hiermee kan de afvloeiing aanzienlijk beperkt worden door middel van uitlekking, evaporatie, evapotranspiratie en percolatie.
- **Waterdoorlatende verharde oppervlakken:** de waterdoorlatende bodembedekkingen bestaan uit materialen die een poreuze laag vormen en dat ofwel door hun eigen structuur, ofwel door de manier waarop ze geassembleerd werden. Ze zorgen voor een opvang, buffering, infiltratie, evapotranspiratie en transfer van het afvloeiingswater.



Bron: V. MAHAUT, *Aperçu des techniques et procédés de gestion du cycle de l'eau*, Presentatie Seminarie facilitator duurzame wijken, BIM, 8 december 2008.

- **Geul:** deze inrichting heeft de vorm van een langwerpige inzinking in de bodem en zorgt voor een opvang, buffering, afvoer en/of infiltratie van het water. Geulen worden vaak aangelegd in groene ruimten, zijn ondiep met licht hellende kanten en kunnen tijdelijk



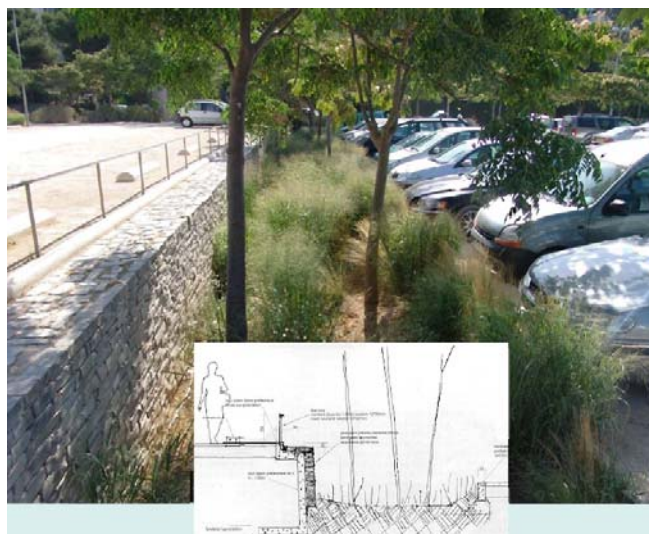
volledig onder water komen te staan. In de open lucht gerealiseerde geulen kunnen een ondergronds regenwaternetwerk vervangen. Deze eenvoudige en goedkope techniek is de meest gebruikte alternatieve oplossing.

- **Droog bekken:** hydraulisch gesproken, kunnen we deze techniek vergelijken met een “uitgestrekte” geul. Het bekken heeft echter een “ronde” en compacte vorm en dient niet zozeer voor de afvloeiing van het water, als wel voor de opslag ervan met het oog op zijn infiltratie of transfer aan een afvoervoorziening met een gereguleerd debiet. Het waterpeil kan er verder ook constanter blijken dan bij geulen het geval is. De inrichting wordt eveneens vaak in groene ruimten gerealiseerd, maar ook in minerale ruimten kunnen we dergelijke bekken aantreffen in de vorm van een bassin met beklede bodem (beton, stenen, ...) en verticale wanden. Het droge bekken vormt ten slotte vaak de voorlaatste fase van een opeenvolging van alternatieve maatregelen vóór de afvoer of een maatregel voor werkelijk buitengewone regenval.



Bron: V. MAHAUT, *Aperçu des techniques et procédés de gestion du cycle de l'eau*, Presentatie Seminarie facilitator duurzame wijken, BIM, 8 december.

- **Waterbekken:** bij regenepisodes wordt het water erin geloosd en op andere momenten blijft er altijd een bodem water in staan. Het waterpeil dat we erin aantreffen, varieert en is daarmee bevorderlijk voor de biodiversiteit en de creatie van een aquatisch ecosysteem. Verder is het waterbekken erg gevoelig voor de kwaliteit van het water dat erin terechtkomt. Zijn formaat schommelt ten slotte van een eenvoudige tuinpoel tot vijvers en meren waarop wateractiviteiten kunnen plaatsvinden.
- **Gracht:** net zoals de geul is de gracht een lineaire voorziening in de open lucht die tijdelijk onder water kan komen te staan en een geringe breedte heeft. Het verschil is echter dat een gracht steile kanten heeft en vrij diep is, wat de inrichting minder toegankelijk maakt en het onderhoud ervan bemoeilijkt. Bovendien moet er rekening worden gehouden met een zeker valrisico.



Bron: V. MAHAUT, *Aperçu des techniques et procédés de gestion du cycle de l'eau*, Presentatie Seminarie facilitator duurzame wijken, BIM, 8 december

- **Bed:** bedden hebben een holle vorm die gevuld is met een erg poreuze korrelige structuur (grind, keien, fijngemalen rotsen, honinggraatvormige materialen, ...) en zijn voorzien van een bedekking in functie van hun oppervlaktegebruik (beton, grasveld, drainerende bitumineuze afdeklaag, keien, ...). Wanneer de bedekking in kwestie dezelfde is als die van de nabije omgeving (steen, gras, dolomiet, ...) kan het bed onopgemerkt blijven. De openingen in de korrelige structuur slaan het water op, dat vervolgens gefilterd en/of overgedragen wordt tegen een gereguleerd debiet aan een afvoer. Er bestaan verschillende varianten van het bed:
 - greppel: lineair bed van 1 à 2 meter diep, gelijkgesteld met een gracht gevuld met een korrelige structuur met daarbovenop al dan niet nog een bedekkingslaag;
 - poreuze parking: bed met een poreuze oppervlaktebedekking. Het water infiltreert rechtstreeks in de korrelige structuur. Een poreuze parking is alleen bestemd voor het beheer van het regenwater dat op zijn oppervlak valt;
 - weg met reservoïrfunctie: lineaire versie van het bed onder een weg. Het water wordt er aan het oppervlak verzameld en in het bed onder de weg geïnjecteerd, met of zonder dispersievoorziening;
 - drainerende weg: lineaire versie van de poreuze parking met een bitumineuze bedekking of een bedekking van drainerend beton die het water direct doet infiltreren in de structuur van de weg.
- **Put:** van enkele meters tot enkele tientallen meters diepe inrichting waarin het water in een permeabele ondergrond kan infiltreren om een lozingsdebiet te verzekeren, dat compatibel is met de gedraineerde oppervlakken na eventuele opslag en voorbehandeling.

Hulp bij het kiezen van een techniek		Bufferingsbekken			Reservoirstructuur		Greppel	Infiltratiebekken	Infiltratieput	Geul en gracht
		Droog	Waterhoudend	Ingegraven	Natuurlijke materialen	Prefab-materialen				
Integratie Inplanting	Valorisatie in het landschap	+++	+++	0	0	0	+	+++	+	+++
	Inplantingsomgeving (1)	Alle behalve dicht verstedelijkt	Alle behalve dicht verstedelijkt	Alle	Alle	Alle	Alle	Alle behalve dicht verstedelijkt	Alle	Alle behalve dicht verstedelijkt
	Topografie van het terrein	Vlak	Vlak	Vlak	Vlak	Vlak	Bepalend voor de positie (2)	Vlak	Vlak	Bepalend voor de positie(2)
	Impact op de bodem (3)	+++	+++	+	+	+	++	+++	+	++
	Gebruik van de ondergrond	0	0	+++	+++	+++	+	0	+	0
	Multifunctionaliteit	+++	+++	+	+	+	+	++	++	++
Uitvoering Onderhoud	Werking (4)	R	R	R	R en/of I	R en/of I	R en/of I	I	I (5)	R en/of I
	Uitvoeringsmoeilijkheid	0	+	+++	++	+	++	+	++	0
	Aandacht voor de uitvoering	+	++	+++	+++	++	++	++	++	+
	Onderhoudsmoeilijkheid	0	++	++	+++	+++	++	+	++	0/+
Sanering Ecologie	Sanering (6)	Fyto. Bez.	Fyto. Bez.	Bez.	Bez. Filt.	Bez.	Bez. Filt.	Fyto. Bez. Filt.	Bez. Filt.	Fyto. Bez. Filt.
	Heraanvulling van de grondwaterlaag	0	0	0	Mogelijk (7)	Mogelijk (7)	Mogelijk (7)	Ja	Ja	Ja



Hergebruik van het regenwater	0	++	+++	0	+	0	0	+++	+
Bewustmaking van het publiek	+++	++	0	0	0	+	+++	++	+++
Milieuvriendelijke toevoer	+++	++++	0	++	+	++	++++	++	+++
Valorisatie van de investering (8)	+++	++++	++	+	+	+	+++	+++	+++
Algemeen alternatief belang	++	++	+	++	++	+++	+++	++	++++

Legende: 0: geen/gering; +: gemiddeld; ++: groot; +++: erg groot; ++++: zeer erg groot.
Bron: *Guide de gestion des eaux de pluie et de ruissellement*, GRAND TOULOUSE Communauté Urbaine du Grand Toulouse, versie april 2009, pagina 91.

- (1) : landelijke, net buiten de stad gelegen en stedelijke (dichte) omgeving
 (2) : op een hellend terrein moeten deze inrichtingen loodrecht ten opzichte van de helling worden voorzien
 (3) : hangt af van de dimensionering van de inrichting
 (4) : R = Retentie; I = Infiltratie (mogelijk, indien de bodem het toelaat)
 (5) : een infiltratiebekken kan ook een bufferings- en infiltratiefunctie vervullen
 (6) : Fyto. = fyto-remediatie; Bez. = Bezinking; Filt. = Filtratie
 (7) : als de voorziening voor infiltratie zorgt
 (8) : de valorisatie houdt rekening met de landschappelijke waarde, de multifunctionaliteit en de mogelijkheid om het regenwater te hergebruiken

ELEMENTEN VAN DE DUURZAME KEUZE:

TECHNISCHE ASPECTEN

> Diagnose van de site:

Deze handeling heeft tot doel om de beperkingen en mogelijkheden van de site duidelijk te maken.

De elementen die daarbij onder de loep worden genomen, zijn:

- de topografie: de krachtlijnen van de site, de opmerkelijke punten, enz.
- de hydrologie: de watertoevoer stroomopwaarts van het project, de afvloeiing, de diepte van de grondwaterlaag, enz.
- de pedologie: de infiltratiemogelijkheden en het bufferingsvermogen van de bodem
- de stedelijke context: de wegen, de bestaande netwerken, de beschikbare ruimte, het gebruik van de ondergrond, de afvoermogelijkheden, enz.
- de hydrauliek: berekening van de in aanmerking te nemen debieten en volumes, de huidige afvloeiingsmodi
- de geotechniek: verkennende bodemonderzoeken om de moeilijkheidsgraad van de uitvoering van ondergrondse werken in te schatten

De belangrijkste aspecten zijn:

- **het gebruik van de ondergrond:**

Op een stedelijke of net buiten de stad gelegen locatie bevinden alle netwerken zich vaak onder de grond. De uitvoering van een inrichting onder de weg zou dan ook voor tal van problemen kunnen zorgen met de verschillende concessiehouders. In elk geval moet een gemakkelijke toegang tot de hoofdnetwerken en de aansluitingen naar de particulieren worden voorzien.

Voor de wegen met reservoirfunctie waarvoor erg poreuze materialen werden gebruikt, moet er bij de reparaties die eraan verricht worden, altijd op toegezien worden dat de continuïteit van de afvloeiing verzekerd blijft.

- **de topografie van de site:**

Aangezien het water wegvloeit onder invloed van de zwaartekracht, is de topografie van een locatie van groot belang bij het uittekenen van de inrichting van de ruimte en het kiezen van de voorzieningen. Daarbij is het zaak om de hellingen en depressies, de obstakels voor het afvloeiende water, de afvoeren alsook de positie van de site in het



microstroomgebied in aanmerking te nemen en daarbij goed voor ogen te houden dat de inrichtingen bovenaan en onderaan de vallei niet identiek zijn.

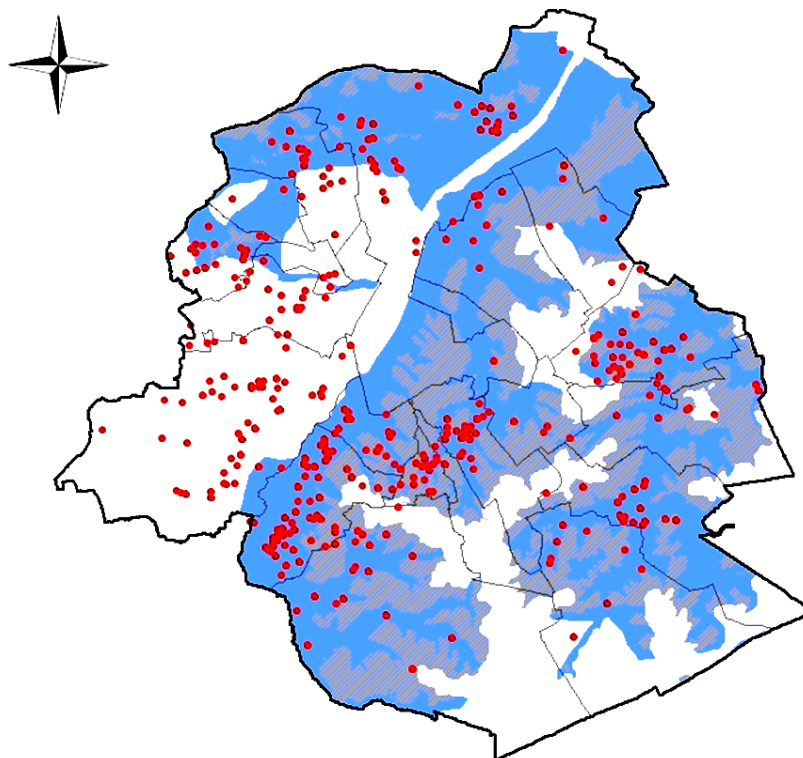
- **de diepte van de grondwaterlaag:**

Het hoogste peil van het grondwater is om verschillende redenen een belangrijke parameter. Een ondiepe grondwaterlaag kan de opslagvolumes namelijk beperken en loopt het risico om gemakkelijk vervuild te raken door een chronische of accidentele verontreiniging (geen sanering door de grond). Een grondwaterlaag wordt daarbij als ondiep beschouwd, als het hoogste peil zich op minder dan 1 meter van de bodem van de toekomstige structuur bevindt. Hierbij dient tevens opgemerkt dat elk direct injectiewerk in het grondwater verboden dient te worden, ongeacht de aard van het water en het type van de bodem.

- **de permeabiliteit van de bodem:**

De infiltratiemogelijkheden hangen af van de permeabiliteit van de bodem. Aangezien de natuurlijke bodem over het algemeen bedekt is met een aanaardingslaag van een variabele aard en dikte, is het onontbeerlijk om de permeabiliteit van deze laatste na te gaan door middel van een test op het terrein op de locatie waar de toekomstige infiltratie-inrichting moet komen. Om als "infiltrerbaar" gebied beschouwd te kunnen worden, moeten alle volgende voorwaarden vervuld zijn:

- de bodem moet permeabel zijn en een infiltratievermogen van > 20 mm/u hebben;
- de bedekking van het oppervlak moet permeabel zijn (gras, poreuze materialen, met een infiltratievermogen van > 20 mm/u);
- het terrein mag zich niet in een waterwinnings- of Natura 2000-beschermingsgebied bevinden;
- de bodem mag niet vervuild zijn;
- de minst diepe grondwaterlaag moet zich op minstens één meter van de bodem van het bouwwerk bevinden.



Légende

- Rues soumises à minimum 2 inondations entre 1999 et 2005
- Géologie favorable à la mise en place de mesure compensatoires infiltrantes
- Zone d'influence des mesures compensatoires

Bron: DE BONDY Kevin, *Cartographie du potentiel d'infiltration-percolation en région bruxelloise. Rapport de l'étude "Capacités naturelles d'absorption de l'eau de pluie par les sols en Région de Bruxelles-Capitale"*, studie uitgevoerd voor Leefmilieu Brussel – BIM, GEOL-VUB, 2008.



Legende Illustratie: Legende Straten die minstens 2 keer overstroomd raakten tussen 1999 en 2005
 Gunstige geologie voor de implementatie van infiltrerende compensatiemaatregelen
 Invloedsfeer van de compensatiemaatregelen

> Weersomstandigheden: de regenepisodes

De inaanmerkingneming van de regenepisodes en hun intensiteit in functie van hun duur vormt het vertrekpunt voor de implementatie van eender welk saneringssysteem.

Deze gegevens zijn beschikbaar bij het KMI (Koninklijk Meteorologisch Instituut).

MILIEUASPECTEN

> Kwaliteit van het afvloeiingswater en de verontreinigingsrisico's:

De meeste pollutanten die worden meegevoerd door afvloeiend regenwater, bestaan uit in suspensie getransporteerde vaste deeltjes (zwevende stoffen). Een groot deel van de overige verontreinigende stoffen gebruikt deze deeltjes als "drager" om zich aan vast te hechten. Een vermindering van de concentratie aan dergelijke zwevende deeltjes kan dan ook voor een aanzienlijke afname van de verontreiniging van regen- en afvloeiingswater zorgen.

Chronische en/of accidentele vervuilingen kunnen we evalueren in functie van de aard van de gedraineerde oppervlakken (wegen, parkings, enz.) en de wijze waarop de bodem wordt gebruikt (woongebied, handelsgebied, gemengd gebied, industrieel gebied, enz.) alsook de samenstelling van de belaste zones.

Als eerste stap kunnen we het water kwalitatief gezien indelen volgens de zones waar het van afkomstig is:

Type van oppervlak	Verontreinigingsklasse
<ul style="list-style-type: none"> Voetgangers- of fietszone (weg, toegang, plein, enz.) 	Gering verontreinigingspotentieel, infiltratie is mogelijk zonder bijzondere behandelingsinrichting
<ul style="list-style-type: none"> Openbare parking Stedelijke weg Weg met weinig of gemiddeld verkeer 	Gemiddeld verontreinigingspotentieel, voorbehandelingssysteem wellicht nodig
<ul style="list-style-type: none"> Weg met erg veel verkeer Zone die het voorwerp uitmaakte van oude industriële activiteiten 	Groot potentieel op chronische of accidentele verontreiniging Diepgaandere onderzoeken nodig om de risico's te identificeren Indien infiltratie, moet dit gepaard gaan met behandelings- en monitoringsystemen

Bron: URG, *Recommandations pour la faisabilité, la conception et la gestion des ouvrages d'infiltration des eaux pluviales en milieu urbain*, URG en INSA van Lyon, januari 2006.

> Sanering door middel van alternatieve technieken:

De alternatieve technieken kunnen voor sterke saneringsresultaten zorgen via 3 behandelingsmechanismen:

- **Bezinking:** op basis van het fysische fenomeen van de zwaartekracht vertonen de deeltjes die het water bevat, onder invloed van hun gewicht, de natuurlijke neiging om tegen een zekere snelheid naar de bodem van een bezinkingsbekken te zakken. Om dit fenomeen te optimaliseren, moet het ontwerp van de inrichting:
 - de afvloeiingssnelheid verminderen;
 - de valhoogte van de deeltjes beperken;
 - de verblijftijd in de bekkens verlengen.
 Deze techniek heeft zijn nut al ruimschoots bewezen en wordt in haast elke waterzuiveringseenheid gebruikt. Voor tal van pollutanten levert het dan ook een aanzienlijk saneringsrendement op.



Verontreinigingsparameter	Zwevende stofdeeltjes	CZV	BZV5	N.T.K.	H.c.	Pb.
Saneringsrendement	83 à 90 %	70 à 90 %	75 à 91 %	44 à 69 %	> 88 %	65 à 81 %

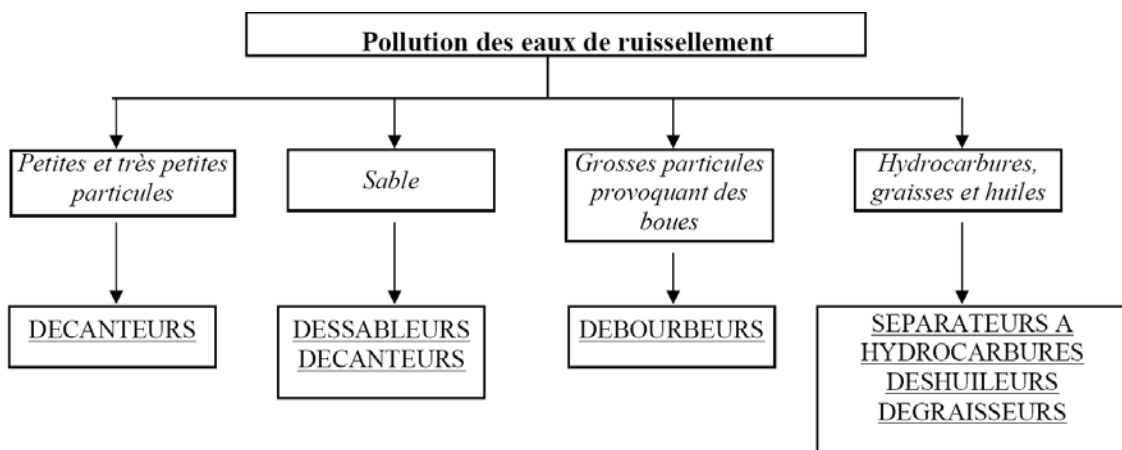
Saneringsrendement bij bezinking in een bekken

Bron: CUGT, *Guide de gestion des eaux de pluie et de ruissellement*, Communauté Urbaine du Grand Toulouse CUGT, versie van april 2009.

- Filtratie: het water loopt door een filter die de deeltjes tegenhoudt. Deze filter kan een zandbed, een papieren filter of een zeef zijn. De alternatieve technieken maken geen gebruik van een "traditionele filter", maar doen wel een beroep op verschillende materialen en/of structuren die dezelfde rol spelen als de bodem, lagen drainerende materialen, enz. De complementariteit van deze actiemodi maakt van filtratie een performante saneringstechniek waarmee erg kleine deeltjes behandeld kunnen worden.
- Fytoremediatie: de landschappelijke integratie van de inrichtingen maakt de aanplanting van verschillende soorten bomen of types van planten mogelijk, die een rol kunnen spelen bij de sanering. Al naargelang de actiemodi kunnen we daarbij een onderscheid maken tussen:
 - Fyto-extractie: de pollutanten (voornamelijk de zware metalen in de openbare ruimte) die het bezinkingslib bevat en die zich hebben opgestapeld in de oppervlaktelagen van de bodem, worden geabsorbeerd door wortels en vervolgens verder geleid en geaccumuleerd in de bovenste delen van de plant.
 - Fytodegradatie: hiermee wordt bedoeld op de biologische afbraak van organische stoffen en koolwaterstoffen door de plant zelf en door de micro-organismen die zich op de ondergrondse vertakkingen ervan ontwikkelen.
 - Fytofiltratie of rhizofiltratie: de zware metalen die het water bevat, worden geabsorbeerd en geconcentreerd in de ondergedompelde wortels.
 De voor deze sanering meest geschikte planten zijn waterplanten (macrofyten, hydrofyten en helofyten), zoals riet, bies, lisdodde, waterlelie, enz. Met deze planten kunnen moeilijk te behandelen pollutanten geëlimineerd worden, zoals zware metalen, koolwaterstoffen en organische stoffen.

> Inrichtingen voor de voorbehandeling van regenwater:

Als er sprake is van risico's die verband houden met een bepaalde activiteit of met aanzienlijke te behandelen pollutiehoeveelheden, moet er gebruikgemaakt worden van voorbehandelingsinrichtingen. Aangezien de meeste pollutanten zich vasthechten op de zwevende deeltjes, zijn de voorbehandelingsvoorzieningen dan ook voornamelijk bedoeld om deze deeltjes te vangen.



Bron: CUGT, *Guide de gestion des eaux de pluie et de ruissellement*, Communauté Urbaine du Grand Toulouse CUGT, versie van april 2009.

Legende Illustratie: Verontreiniging van afvloeiingswater
 Kleine en erg kleine deeltjes Zand
 Grote deeltjes die voor slibvorming zorgen Koolwaterstoffen, vetten en oliën
 DECANTEERDERS ZANDVANGERS DECANTEERDERS SLIJKAFSCHEIDERS
 KOOLWATERSTOFAFSCHEIDERS OLIEAFSCHEIDERS VETAFSCHEIDERS



Deze verschillende voorzieningen zorgen voor een doeltreffende sanering van het water en verzekeren de bescherming van de infiltratie- en/of retentie-inrichtingen alsook de omgeving waar het water naartoe wordt geleid.

ECONOMISCHE ASPECTEN

> **Duurzaamheid en onderhoud; inaanmerkingneming van het beheeraspect vanaf de ontwerpfase van de werken:**

Om de goede werking van de voorzieningen te verzekeren, is een krachtig onderhoud, waarmee vanaf de ontwerpfase rekening wordt gehouden, een absolute noodzaak. Een bijzondere aandacht zal daarbij uitgaan naar de handhaving van de hydraulische prestaties. De inrichter dient er zich bijgevolg van te vergewissen dat alle installaties die voorzien werden voor het beheer van het afvloeiende regenwater hun initiële rol kunnen blijven spelen. Een groene ruimte voorzien voor de opvang van het afvloeiende regenwater (of het nu voor een terugkeerperiode van 10 of van 100 jaar is) moet altijd de opslagcapaciteiten en de hydraulische werking behouden, die berekend werden bij haar ontwerp.

> **Kosten:**

De kosten zijn moeilijk te bepalen, omdat ze afhangen van de globale context van de inrichting. Eén van de aspecten die voor het gebruik van compensatieoplossingen pleit, is het feit dat ze eventueel besparingen kunnen opleveren met betrekking tot het formaat van de stroomafwaarts van een te verstedelijken sector geplaatste "traditionele inrichtingen".

Verder situeert het economische voordeel zich ook in de vele vormen van gebruik en de diverse functies van de inrichtingen die aan de ruimten een sociale en ecologische meerwaarde verlenen (bv. een als opslagruimte voor buitengewone regenepisodes geïntegreerd sportterrein).



MAATSCHAPPELIJKE EN CULTURELE ASPECTEN

> De vele vormen van gebruik:

De meeste inrichtingen voor het beheer van regenwater in de openbare ruimte zijn verenigbaar met andere functies: ontspanning (watervlak, speelplein, ...), verplaatsing ((toegangs)wegen voor voetgangers, auto's, fietsen, vrachtwagens, parkeerplaatsen), landschap (aanplantingen, waterwegen, enz.).

Daarbij dient benadrukt dat de dubbele functie van een ruimte (bv. hydraulische + sport of ontspanning) een garantie vormt voor een goed onderhoud ervan, terwijl een ruimte die louter voor opslag voorzien is, snel kan veranderen in een stadskanker bij gebrek aan interesse van de stedelingen alsook, op termijn, van het personeel dat instaat voor het onderhoud.



Bron: V. MAHAUT, *Aperçu des techniques et procédés de gestion du cycle de l'eau*, Presentatie Seminarie facilitator duurzame gebouwen, BIM, 8 december 2008

> Sociale en culturele aanvaardbaarheid:

Het beheer van het water in de openbare ruimte zorgt voor een gewoontewijziging bij de gebruikers. Het komt erop aan om het beperkende begrip van sanering als een snelle vorm van waterafvoer te overstijgen. De ruimten die werden ingericht voor de implementatie van de "alternatieve" oplossingen, bieden immers de mogelijkheid om de bevolking inzicht te verschaffen in het tijdsaspect van watercycli. Deze "stormtuinen laten toe om de regen te ontmoeten" (1), om te zien welk deel van de voorziene ruimten zich met water vult en op die manier de hevigheid van een regenbui te meten. De frequentie en de gradatie van een regenepisode kunnen ook gematerialiseerd worden door opeenvolgende inrichtingen. Bovendien maakt deze materialisering opnieuw het overschrijdings- en overstromingsrisico zichtbaar.

Door het verband dat gelegd wordt met de watercyclus en de collectieve verantwoordelijkheid die dit verband impliceert, kan regensanering een factor van sociale cohesie worden.

> Landschappelijke behandeling:

De opwaardering van de watercyclus als structurerend element van de openbare ruimte kan gebeuren via de materialisering van het traject dat het regenwater volgt in multifunctionele visuele inrichtingen. De landschappelijke integratie van deze voorzieningen sensibiliseert de bevolking door haar de realiteit van het water te laten herontdekken in tegenstelling tot het traditionele ontwerp dat hen van de technische kwesties loskoppelt en verwijderd.

"Les nouveaux choix de techniques urbaines en matière de gestion de l'eau, rendent visibles et accessibles les chemins de l'eau. Ils rendent de nouveau possible l'expérience corporelle, toucher l'eau, modifier son cheminement, l'utiliser, la regarder couler, déborder, moins pour la maîtriser mais pour se rendre responsable de son devenir." ("De nieuwe keuzemogelijkheden aan stedelijke technieken op het vlak van waterbeheer maken de waterwegen zichtbaar en toegankelijk. Ze maken de lichamelijke ervaring met het water, het aanraken ervan, het wijzigen van zijn traject, het gebruik ervan en het zien lopen en overlopen opnieuw mogelijk en dat niet zozeer om het te beheersen, dan wel om de eigen verantwoordelijkheid voor de toekomst ervan te aanvaarden.") (MAHAUT V., *L'eau et la ville, le temps de la réconciliation Jardin d'orage & nouvelles rivières urbaines*, aan de UCL verdedigd proefschrift voor het verkrijgen van een doctoraat, Ecole Polytechnique de Louvain, Département AUCE – Unité ARCH Architecture & Climat, 26 oktober 2009.).





Bron: V. MAHAUT, *Aperçu des techniques et procédés de gestion du cycle de l'eau*, presentatie seminarie facilitator duurzame gebouwen, BIM, 8 december 2008

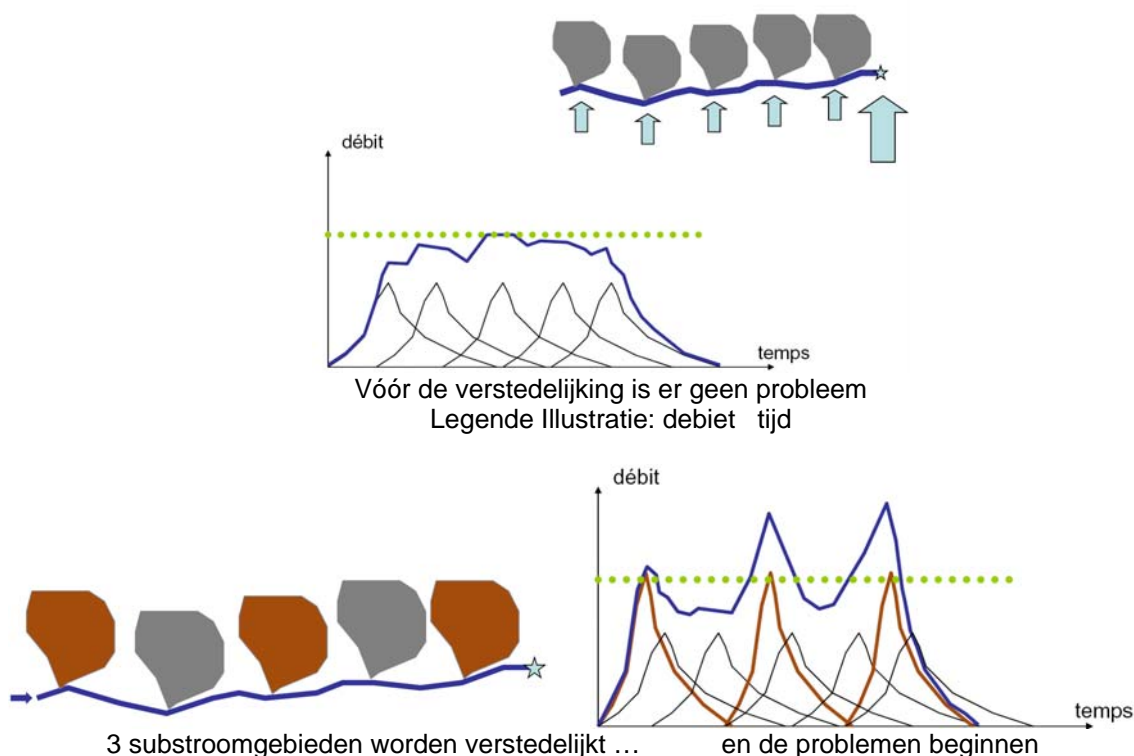
DE JUISTE KEUZE MAKEN

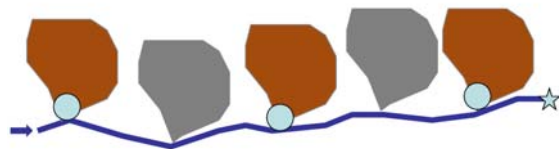
> Contextueel verband (systemische benadering):

De tussenkomst in de openbare ruimte moet kaderen in een ruimer systeem voor regenwatersanering, op het niveau van een geheel (verkaveling, straat, wijk, stad, enz.) of idealiter van een stroomgebied of microstroomgebied.

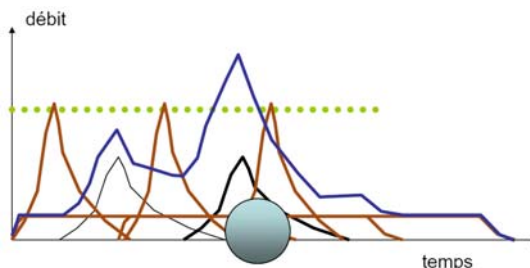
Onderstaand voorbeeld maakt voor een welbepaald stroomgebied de grenzen van een te lokaal gebonden denkoefening duidelijk, die geen rekening houdt met de schaalfactor. De ongewenste gevolgen zijn daarbij in eerste instantie te wijten aan de verstedelijking en daarna aan het na elkaar voorzien van meerdere bufferingsinrichtingen met gereguleerd debiet, die geacht worden het probleem op te lossen. De verstedelijking van 3 substroomgebieden veroorzaakt zodoende een stijging van het piekdebiet stroomafwaarts van deze gebieden, wat op 3 punten tot overschrijdingen van het afvoervermogen (overstromingen) leidt.

De implementatie van bufferingsbekkens ter hoogte van de afvoer van de substroomgebieden lost evenwel niet alle problemen op. Het vermogen van de afvoer stroomafwaarts blijft op één punt namelijk problematisch en zorgt altijd voor een hoge waterstand ter hoogte van het lage punt stroomafwaarts. De oplossing van het probleem bestaat in het elimineren van het meest laaggelegen bufferingsbekken.



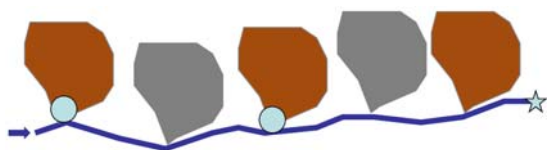


De ingenieurs gaan aan het werk en er worden bufferingsbekkens gebouwd ter hoogte van de verstedelijkte substroomgebieden

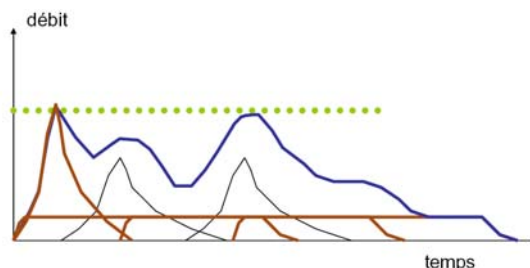


De situatie verbetert echter niet navenant ...

Legende Illustratie: debiet tijd



Een mogelijke oplossing: de eliminatie van het bufferingsbekkens ter hoogte van de afvoer van het meest stroomafwaarts gelegen stroomgebied



Wat op één bepaalde ruimtelijke schaal goed is, is dat niet noodzakelijk op een andere schaal ...

Bron: CHOCAT, *Les eaux pluviales dans l'aménagement : Principes stratégies et solutions techniques*, actes de conférence de la 2^{ième} journée de l'eau de l'assemblée des Pays de Savoie, GRAIE, 27 mei 2009.

> Compatibiliteit met de sanering van het afvalwater:

Het beheer van het regenwater maakt deel uit van een geheel. Het kan niet los van het beheer van het afvalwater worden behandeld, omdat traditioneel gezien de saneringsnetwerken zodanig zijn opgevat dat ze gespoeld worden met regenwater. Het afscheidende beheer of het alternatieve beheer kan niet aan deze eis voorbij. De "alternatieve" systemen hebben namelijk een impact op de watervolumes die worden beheerd door het traditionele "alles in de riolering"-systeem. De kwestie van de uitwerking van een geïntegreerde saneringsstrategie voor de stad, de wijk of de straat wordt dus prioritair. Dat houdt een gelijktijdige uitwerking van de stadsplanning en de saneringsprincipes in. Het opstellen van een referentiekader dat het gebruik van een geïntegreerde aanpak voor de realisatie van nieuwe inrichtingen impliceert, is onontbeerlijk.

HULPMIDDELEN:

- **Vergelijking van alternatieve maatregelen voor het beheer van het regenwater op perceelniveau**, voor Leefmilieu Brussel – BIM gerealiseerd hulpmiddel, Architecture & Climat – UCL 2009, www.bruxellesenvironnement.be/outil_gestion_eau

Met deze voor kleine projecten (van minder dan 1.000 m²) bestemde tool kan de ideale dimensionering van de compensatiemaatregelen in functie van het gewenste lekdebit worden bepaald. De tool houdt rekening met de aspecten haalbaarheid, gevolgen voor het milieu en de financiële kostprijs van de verschillende compensatiemaatregelen. Verder gaat de tool eveneens gepaard met een reeks fiches die de verschillende overweegbare oplossingen met het oog op een beter beheer van het regenwater gedetailleerd beschrijven.

- **Praktische handleiding voor de duurzame bouw en renovatie van kleine gebouwen**, infofiche WAT01: **Het regenwater op het perceel beheren**, Leefmilieu Brussel – BIM, oktober 2007.



- **L'infiltration en questions : Recommandations pour la faisabilité la conception et la gestion des ouvrages d'infiltration des eaux pluviales en milieu urbain**, ECOPLUIES, januari 2009.
- **The SUDS (Sustainable Drainage Systems) manual**, CIRIA, 2007.
- **Guide à l'usage des professionnels : aménagement et eaux pluviales sur le territoire du grand Lyon**, GRAND LYON Communauté urbaine, juni 2008.
- **Guide de gestion des eaux de pluie et de ruissellement**, GRAND TOULOUSE Communauté Urbaine du Grand Toulouse, versie van april 2009.
- **Guide Technique : recommandations pour la faisabilité, la conception et la gestion des ouvrages d'infiltration des eaux pluviales en milieu urbain**, Coordinateur du guide: S. Barraud, URGC, INSA de Lyon, januari 2006.

AANVULLENDE INFORMATIE:

ANDERE TE RAADPLEGEN FICHES

- MAT 01, MAT 02, MAT 03, MAT 04 en MAT05

BIBLIOGRAFIE

1. Algemene werken:

- MAHAUT V., **L'eau et la ville, le temps de la réconciliation Jardin d'orage & nouvelles rivières urbaines**, aan de UCL verdedigd proefschrift voor het verkrijgen van een doctoraat, Ecole Polytechnique de Louvain, Département AUCE – Unité ARCH Architecture & Climat, 26 oktober 2009.
- RBC-CERAA, **Contexte urbain de chaque ville. Mesure structurelles de gestion des eaux pluviales : techniques préventives mises en œuvre**, bijlage bij de studie ter ondersteuning van het Regenplan voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, ISA St-Luc-CERAA vzw, december 2006.
- BHG, **Waterbeheersplan – belangrijke kwesties**, Leefmilieu Brussel – BIM, in januari 2009 door de Regering van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest aangenomen plan.
- BHG, **Milieueffectenrapport van het ontwerp van gewestelijk plan voor overstromingsbestrijding – Regenplan (2008-2011) – Leefmilieu Brussel – BIM**, in december 2008 door de Brusselse Hoofdstedelijke Regering aangenomen plan.
- ISE, **Guide méthodologique pour la prise en compte des eaux pluviales dans les projets d'aménagement fascicule 1**, Missions Inter-Services de l'eau Loire-Atlantique, Maine et Loire, Mayenne, Sarthe, Vendée, juni 2004.
- DE BONDT Kevin, **Cartographie du potentiel d'infiltration-percolation en région bruxelloise. Rapport de l'étude « Capacités naturelles d'absorption de l'eau de pluie par les sols n Région de Bruxelles-Capitale »**, studie uitgevoerd voor Leefmilieu Brussel – BIM, GEOL-VUB, 2008.
- CHOCAT, **Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement**, B. Chocat et EURYDICE92, Ed Tec et Doc ; Lavoisier – Parijs – 1997 – 1.120 blz.
- CERTU, **La ville et son assainissement : Principes, méthodes et outils pour une meilleure intégration dans le cycle de l'eau**, CERTU (Centre d'Etudes sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques), juli 2003.
- IGEAT, **Imperméabilisation en Région bruxelloise et les mesures envisageables en matière d'urbanisme pour améliorer la situation**, IGEAT-ULB (Institut de Gestion de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire), december 2006.
- CERTU, **La ville et son assainissement : Principes, méthodes et outils pour une meilleure intégration dans le cycle de l'eau**, CERTU (Centre d'Etudes sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques), juli 2003.
- ECOPLUIES, **L'infiltration en questions : Recommandations pour la faisabilité la conception et la gestion des ouvrages d'infiltration des eaux pluviales en milieu urbain**, ECOPLUIES, januari 2009.
- CIRIA, **The SUDS (Sustainable Drainage Systems) manual**, CIRIA, 2007.



- LYON, **Guide à l'usage des professionnels : Aménagement et eaux pluviales sur le territoire du grand Lyon**, GRAND LYON Communauté urbaine, juni 2008.
- CUGT, **Guide de gestion des eaux de pluie et de ruissellement**, GRAND TOULOUSE Communauté Urbaine du Grand Toulouse, versie van april 2009.
- A. De Herde, G. Vermeir, M.F. Godart, Y. Hanin, P. Boland, S. Reiter, M. Rychtáriková, E. Castiau, T. Pons, N. Martin, C. Meuris, A. Moreau, S. Xanthoulis **Design and Renovation of Urban Public Spaces for Sustainable Cities (DRUPSSuC)**. Final Report Phase 1. Brussels : Belgian Science Policy 2009 – 75 blz. (Research Programme Science for a Sustainable Development)

2. Websites:

- <http://www.ecopluies.org>
- <http://www.grandlyon.com/Gestion-des-eaux-pluviales.3559.0.html>
- http://www.grandtoulouse.org/jsp/fiche_article.jsp?CODE=80350885&LANGUE=0&RH=EAUX_PLUVIALES&RF=EAUX_PLUVIALES
- www.bruxellesenvironnement.be/outil_gestion_eau
- www.ecologie.gouv.fr/IMG/pdf/Ville_assainissement_so.pdf
- <http://www.eauwaterzone.be/Home>
- <http://www.graie.org>
- <http://www.isc-cie.org> (bassin hydrographique international de l'Escaut)

